

## Guía 2: dinámica

### Parte I: dinámica sin rozamiento

- ① La segunda ley de Newton expresa que la aceleración de un cuerpo depende linealmente de la fuerza neta que actúa sobre él, siendo la masa la constante de proporcionalidad.
- Escriba este concepto en forma de ecuación diferencial para la posición ( $x$ ) en el caso de una fuerza constante en el tiempo.
  - Reescribala ahora como una ecuación diferencial para la velocidad ( $v$ ). Resuelva ésta ecuación, encontrando una solución  $v(t)$ . Considere la condición inicial  $v(t = 0) = v_0$ .
  - Piense ahora cómo encontrar la expresión para  $x(t)$  si  $x(t = 0) = x_0$ .
- ② Si la masa del Titanic era de  $6 \times 10^7$  kg, ¿qué fuerza habrá sido necesaria para producirle una aceleración de  $0.1 \text{ m/s}^2$ ?
- ③ En cada uno de los sistemas que se muestran a continuación, ubique las fuerzas que actúan sobre cada uno de los cuerpos, especificando cuales son pares de interacción.

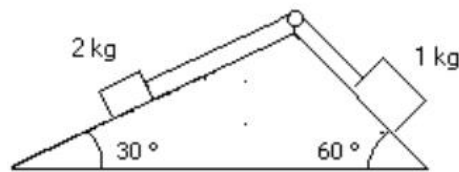


- ④ Una persona está parada sobre una balanza que se encuentra en un ascensor. Estando éste en reposo, la balanza indica un peso de 55 kgf.
- ¿Qué indica la balanza si el ascensor baja con velocidad constante de  $v = 3 \text{ m/s}$ .
  - ¿Qué indica si el ascensor sube con una aceleración de  $0.4 \text{ m/s}^2$ ?
  - ¿Cuál es la aceleración del ascensor si la balanza indica 0 kgf?
- ⑤ Se arrastra un carrito cuya masa es de 20 kg por una superficie horizontal, mediante una soga de la cual se tira formando un ángulo de  $30^\circ$  con la vertical. Si la aceleración que se logra así es de  $0.5 \text{ m/s}^2$  ¿Cuál es el módulo de la fuerza ejercida mediante la soga? ¿Qué valor toma la normal del piso sobre el carrito?
- ⑥ Un pájaro de masa  $m = 26 \text{ g}$  está posado en el punto medio de una cuerda tensa como muestra el dibujo.



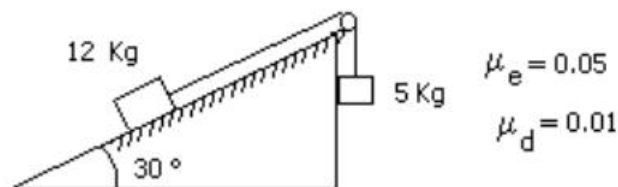
- Demuestre que la tensión de la cuerda esta dada por  $T = \frac{1}{2} \frac{mg}{\sin \theta}$ .
- Determine la tensión si  $\theta = 5^\circ$ .

- (c) ¿Cuánto valdrá la tensión si la cuerda está ubicada en un montacargas que asciende con  $a = 1 \text{ m/s}^2$ . Discuta los casos en los que desciende con la misma aceleración, o se mueve con velocidad constante.
- 7) Demuestre que cuando un cuerpo desciende libremente por un plano inclinado sin rozamiento, su aceleración es  $a = g \sin \theta$ , independientemente de la masa del cuerpo. ¿Cuál de los ángulos del plano inclinado es el  $\theta$  de esta expresión?
- 8) Analice el sentido de movimiento del sistema de la figura, calculando las aceleraciones de cada cuerpo y la tensión sobre la soga que los vincula. Suponga que la soga es inextensible y de masa despreciable frente a la de los cuerpos. ¿En qué momento utiliza estas aproximaciones?



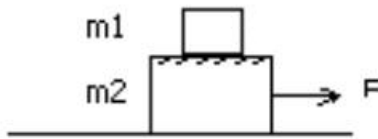
## Parte II: dinámica con rozamiento

- 9) En una situación donde una fuerza  $F$  es aplicada horizontalmente sobre un cuerpo que se desliza sobre una superficie con coeficiente de rozamiento dinámico  $\mu_d$  ¿cómo se modifica la ecuación diferencial del problema 1(a)? ¿y las soluciones de  $x(t)$  y  $v(t)$ ?
- 10) Dado el sistema indicado por la figura: (a) diga si puede permanecer en equilibrio; (b) calcule su aceleración cuando entra en movimiento.

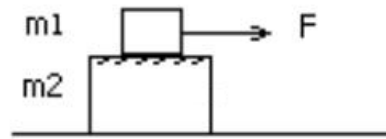


- 11) Un bloque de 3 kg está apoyado sobre otro bloque de 5 kg como indica la figura. Considere que no hay fuerza de rozamiento entre el bloque de 5 kg y la superficie horizontal donde se apoya. Los coeficientes de rozamiento estático y dinámico entre los dos bloques son 0.2 y 0.1 respectivamente.
- (a) ¿Cuál es la fuerza máxima que puede aplicarse al bloque de 5 kg para arrastrar a los dos cuerpos sin que deslice un bloque sobre el otro?.
- (b) Halle la aceleración del sistema cuando se aplica dicha fuerza.
- (c) Se aplica ahora al cuerpo de 5 kg una fuerza igual al doble de la calculada en (a). Halle la aceleración de cada bloque. ¿Hacia donde se cae el bloque de arriba?
- (d) Ídem (a), pero ahora aplicando la fuerza  $F$  sobre el bloque de 3 kg. Si se aplica sobre el bloque de 3 kg una fuerza igual a la mitad de la calculada en (c), calcule la fuerza de rozamiento entre bloques.

a)



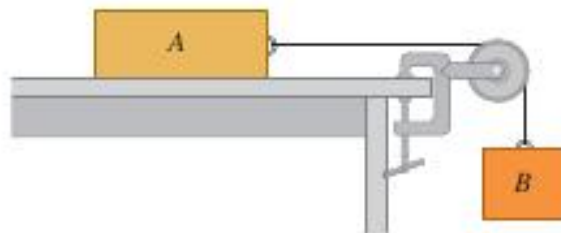
d)



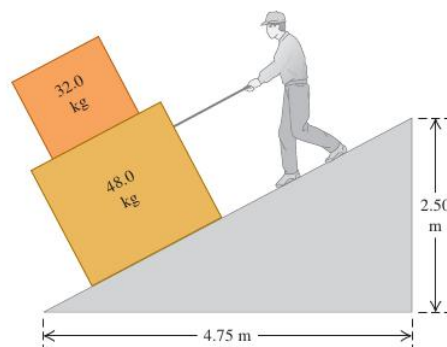
$$m_1 = 3 \text{ kg}$$

$$m_2 = 5 \text{ kg}$$

- 12) Una fuerza horizontal empuja a un ladrillo de 2.5 kg de masa contra una pared vertical. Los coeficientes de rozamiento estático y dinámico entre el ladrillo y la pared son 0.5 y 0.4 respectivamente. Calcule el valor mínimo horizontal de esa fuerza para sostener el ladrillo quieto.
- 13) Considere el sistema de la figura. El bloque A pesa 45 N y el bloque B, 25 N. Una vez que el bloque B se pone en movimiento hacia abajo, desciende con velocidad constante.
- Calcule el coeficiente de rozamiento dinámico entre el bloque A y la superficie de la mesa.
  - Un gato, que también pesa 45 N, se queda dormido sobre el bloque A. Si ahora el bloque B se pone en movimiento hacia abajo, ¿que aceleración (magnitud y dirección) tendrá?



- 14) Usted está bajando dos cajas, una encima de la otra, por la rampa que se muestra en la figura, tirando de una cuerda paralela a la superficie de la rampa. Ambas cajas se mueven juntas a velocidad constante de 15 cm/s. El coeficiente de rozamiento dinámico entre la rampa y la caja inferior es  $\mu_d = 0.444$ , en tanto que el coeficiente de rozamiento estático entre ambas cajas es  $\mu_e = 0.8$ . Calcule la fuerza que deberá ejercer para lograr esto. ¿Cuál es la magnitud y la dirección de la fuerza de rozamiento sobre la caja superior?



**Parte III: Dinámica viscosa (a escala celular y molecular) [Optativa]**

- 15 Calcule la fuerza que deben hacer los motores moleculares que mueven los flagelos de una bacteria *E. coli* para que esta se mueva en un medio acuoso [ $\eta = 1 \times 10^{-2} \text{ g}/(\text{cm s})$ ] a una velocidad constante de  $25 \mu\text{m/s}$ . Aproxime a la bacteria como una esfera de  $1 \mu\text{m}$  de radio.
- 16 Suponga que una fuerza de  $1 \text{ pN}$  se aplica a una proteína de  $100 \text{ kDa}$ . En un medio sin viscosidad, ¿a qué velocidad se moverá después de  $1 \text{ ns}$ ? ¿Qué distancia avanzará en ese tiempo?
- Si la proteína está en un medio viscoso como el citoplasma cuya viscosidad es  $1000$  veces mayor que la del agua [ $\eta = 10 \text{ gr}/(\text{cm s})$ ], ¿cuál es su velocidad límite? ¿qué distancia recorrería en  $1 \text{ ns}$  a esa velocidad?
- Nota: La masa de una proteína de  $100 \text{ kDa}$  es  $166 \times 10^{-24} \text{ kg}$  y su radio, suponiendo que es esférica, es de  $3 \text{ nm}$ .*
- 17 **La inercia bacteriana:** Considere una bacteria que se mueve a una velocidad de  $25 \mu\text{m/s}$  por un medio acuoso [ $\eta = 1 \times 10^{-2} \text{ g}/(\text{cm s})$ ]. Si se apagan los motores moleculares que le dan la fuerza de propulsión ¿Cuán lejos llegará? Considere que la bacteria es esférica con un radio de  $1 \mu\text{m}$  y tiene una densidad de  $1.1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ .